

Отзыв

на автореферат кандидатской диссертации О.А. Аверичева «СВС-экструзия длинномерных изделий из материалов на основе МАХ-фазы в системе Ti-Al-C»

Активное использование технологических процессов сварки и низкая экологичность использования существующих материалов и технологий требует проведения исследований и разработки технологий получения новых электродных материалов. Для решения этих задач могут быть использованы методы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с экструзией (СВС-Э) горячих продуктов синтеза, позволяющие в одну технологическую стадию получать готовые длинномерные компактные изделия заданной формы, состава и свойств из труднодеформируемых материалов на основе керамических тугоплавких соединений. Актуальность диссертационной работы О.А. Аверичева, посвященной разработке технологического процесса и принципам получения на основе МАХ-фазы методом СВС-экструзии новых электродов для электролиза алюминия и для электродуговой наплавки в связи с изложенным выше не вызывает сомнений.

Автором был получен ряд фундаментальных и прикладных результатов. Исследованы закономерности фазообразования системы Ti-Al-C в режиме горения в различных средах. Определено влияние соотношения исходных компонент шихты на такие характеристики процесса СВС как скорость и температура горения. Исследованы микро- и макроструктура крупногабаритных экструдированных образцов на основе МАХ-фазы системы Ti-Al-C. Показано, что, изменяя соотношение исходных компонент смеси и технологические параметры СВС-экструзии, возможно получать как технически чистую МАХ-фазу Ti_2AlC и Ti_3AlC_2 , так и материал с карбидными или интерметаллидными включениями. Большой интерес представляет полученная МАХ-фаза $TbAlC$ с кубической решеткой, которая на данный момент мало изучена. Проведены испытания полученных образцов в качестве электродов для нанесения защитных покрытий на металлическую поверхность методом электродуговой наплавки. Исследованы особенности микроструктуры наплавленного слоя, в частности, установлено, что наплавленный слой состоит из трех характерных участков. Толщина нижнего (диффузионного) слоя, представляющего собой твердый раствор материала подложки с материалом электрода, составляет 150-200 мкм, благодаря чему обеспечивается превосходная адгезия покрытия с подложкой. На основе материаловедческих исследований и измеренных физико-механических свойств обоснована перспективность и возможность применений полученных методом СВС-экструзии компактных длинномерных изделий на основе МАХ-фазы системы Ti-Al-C в качестве нерасходуемых анодов для электролиза

алюминия. Разработан лабораторный технологический процесс получения длинномерных стержней из материалов на основе МАХ-фазы системы Ti-Al-C диаметром до 10 мм, длиной более 100 мм и пористостью 2-16% методом СВС-экструзии. В частности, разработана технологическая оснастка и технологические подходы, которые позволяют экструдировать готовые изделия в одну технологическую стадию без дефектов и видимых пор. Определено оптимальное соотношение исходных компонент, при котором материал обладает максимальной пластичностью при выдавливании и при этом содержит максимальное количество МАХ-фазы в конечном продукте. Проведен ряд физико-химических и механических испытаний готовых изделий, которые показали соответствие материалов предъявляемым требованиям по таким параметрам, как микротвердость, жаростойкость, термостойкость, электросопротивление и другие. Для апробации на предприятии ООО «Русал ИТЦ» методом СВС-экструзии получены опытные образцы электродов системы Ti-Al-C на основе МАХ-фазы. Экспериментальным путем показана перспективность использования полученных компактных длинномерных изделий в качестве электродов для электродуговой наплавки с целью нанесения защитных покрытий на детали машин.

В качестве замечания необходимо отметить следующее:

1. В цели работы и задачах для ее достижения в качестве одной из областей применения разрабатываемых электродов заявляется электродуговая наплавка, однако обоснование актуальности и преимуществ применения материала на основе системы Ti-Al-C в качестве наплавочного отсутствует.

2. На с. 9 автореферата указана плотность компактных изделий в %, в то время как общепринятая единица измерения плотности вещества кг/м³. Может быть, автор измерял пористость, что было бы более логично?

3. В таблице под рис. 4, а (с. 12 автореферата) отсутствуют данные по содержанию алюминия, означает ли это, что в составе полученных зерен нет алюминия?

4. При анализе перспектив использования полученного материала в качестве наплавочного (глава 6), следовало бы учесть и обосновать следующее:

- марка основного металла;

- оборудование и способ подачи защитного газа (как правило, если применяется плавящийся электрод – он выполняется в виде проволоки, подача которой осуществляется автоматически). Можно ли получить гибкую проволоку на основе созданного материала?

- в практике наплавки титан не используют, так как на границе основного металла и наплавленного слоя при наплавке электродами с высоким содержанием титана образуется хрупкая прослойка интерметаллических соединений. Следовало бы показать и изучить структуру переходного слоя от основного металла к наплавленному.

- при разработке технологий наплавки стремятся минимизировать долю основного металла в наплавленном и максимально приблизить состав наплавленного слоя к составу наплавляемого металла. Неконтролируемая диффузия основного металла в наплавленный, которая вызывает образование новых интерметаллических соединений (см. с. 20 автореферата) является фактором, негативно влияющим на качество наплавки.

Однако, указанные замечания не влияют на качество работы в целом. Работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, в том числе п. 9, к кандидатским диссертациям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842. Автор диссертации, Аверичев Олег Андреевич, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Зав. кафедрой «Материалы и технология»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», д.т.н., профессор

Мордасов Д.М.

Доцент кафедры «Материалы и технология»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет», к.т.н.

Завражин Д.О.

392000, г.Тамбов, ул.Мичуринская, 112
8(4752) 63-04-69, E-mail: mit@mail.nnn.tstu.ru

